

# 企業分析における統計手法の医薬品会社を例とした適用について

ー日本の学生および北東アジアからの留学生のための教育題材としてー

長畑 秀和

## 1 導 入

現在では中国も株式市場が開設され、北東アジアの諸国における様々な企業の経営状態が地域の経済発展とからみあっていて、その把握が重要な課題となっている。また日本へも北東アジア諸国から経済学の勉強・研究のため多くの留学生がやってくる。それら留学生も含め、日本のこれからの学生・研究者が企業分析のために統計手法を学びその適用・解釈を知っておくことは必須条件となっている。ここでの内容が、コンピュータを用いての解析および解釈を行う教育の題材にもなり、今後の研究基盤となる教育システムを構成するきっかけとなることを目的とする。そこで、企業分析のための統計手法の適用を医薬品会社を事例(データ数として50前後の企業の集団が適当と思われたため)として行う。また解析に利用するソフトも自宅で扱えるソフトであることが望ましい。そのためコンピュータの購入時に標準で付属している表計算ソフト・エクセルとそのアドインソフトおよび最新の解析機能が逐次利用可能なRを利用して解析する。その利用に関する教育も今後取り入れる課題としたい。Rについての利用説明についてはVerzani [7], Maindonald [6]等を参照されたい。

われわれはその企業に関する情報を得るためデータを収集する。それらのデータは基本的情報、財務関係、株関連などさまざまであり、どのように処理加工するかによってさまざまな情報が得られる。用いられる手法は多変量解析法、時系列分析、実験計画法、OR手法等多くある。ここではまず多変量解析法におけるいくつかの解析と時系列分析のいくつかの解析を医薬品関連企業について行った結果を示すことで、日本の学生および北東アジアからの留学生を対象とした教育の題材としたい。

まず日本の東証1部上場企業の業種として医薬品分野51社(実際には欠測値のない企業37社)について、基本情報、財務情報のデータを東洋経済のホームページ(<http://www.toyokeizai.co.jp/index.html>)の企業データをたどって得た。そしてこれらのデータについて以下のような流れに沿って解析を進めよう。

- まずデータを時間を考慮して解析する時系列データとして解析するか、時間を固定したクロスセクショナルデータとして解析するかを決める。

クロスセクショナルデータとした場合について

- 基本統計量の算出により各変量に関して中心的特性、ばらつきの特性および変量間の関係を

みる。また、ヒストグラム・散布図等による各サンプルの分布状況・各変量間の関係をみる。必要に応じて、レーダーチャート(くもの巣グラフ)等により、個々の企業の状況を把握する。(基礎的解析)

- 目的に応じた解析法を決める。
- 各解析法に応じた解釈を行う。

クラスター分析は、企業の分類とそのクラスターの特徴を考察する場合に利用できる。主成分分析は、企業間での各財務諸表などから企業を評価する総合特性の構成を試みる場合に活用できる。そして、主成分得点による企業のクラスタリングが考察できる。別の考察として、因子分析による企業データのばらつきの共通因子(特性)があるか検討することができる。株価収益率等を外的基準(目的変数)として他の変数により説明できるかで回帰分析が利用できる。また企業の業績についての判別を説明変数によってできるかを考察できる。質的データによって、収益率の説明ができるかの数量化Ⅰ類の適用、また判別を質的データでの説明ができるかの数量化Ⅱ類が適用される。

外的基準を設けなくて、売上高、収益等の変数ごとに前年度に比べ増加していれば2、そうでなければ1とチェックすることにより、数量化Ⅲ類を適用し、企業の分類が行える。またそのチェックにより企業間での1, 2の不一致度の個数を用いて数量化Ⅳ類による分類が行える。

企業戦略等に関しては、アンケート調査等のデータを用いた数量化Ⅰ, Ⅱ類による要因解析および数量化Ⅲ類による企業の分類、数量化Ⅳ類の適用による分類も考えられる。

更に共分散構造分析による影響度の調査、因子の抽出さらには因子間の関係を正準相関分析により把握が行える。

#### 時系列データとして解析する場合について

- 定常性の検討から行う。階差をとることによって定常かどうかも含め検討する。
- 定常である場合、自己回帰、移動平均での次数検討のため、自己相関係数、偏相関係数のグラフを描く。また、共和分とできるかの変数の分解等を検討する。
- 非定常である場合、ARCH、GARCHモデルなど最近の解析手法(モデル)を適用してみる。

実際には、株価収益率を日経平均株価収益率、為替レート(変化率)、コールレート変化率による時系列回帰の適用を行う。基本としてモデルの妥当性をみる意味で、誤差の系列相関の検定、誤差の不均一分散の検定、説明変数に関する多重共線性の検討を行う。

以上のような分析手法の分類は以下の図1.1のように考えられる。

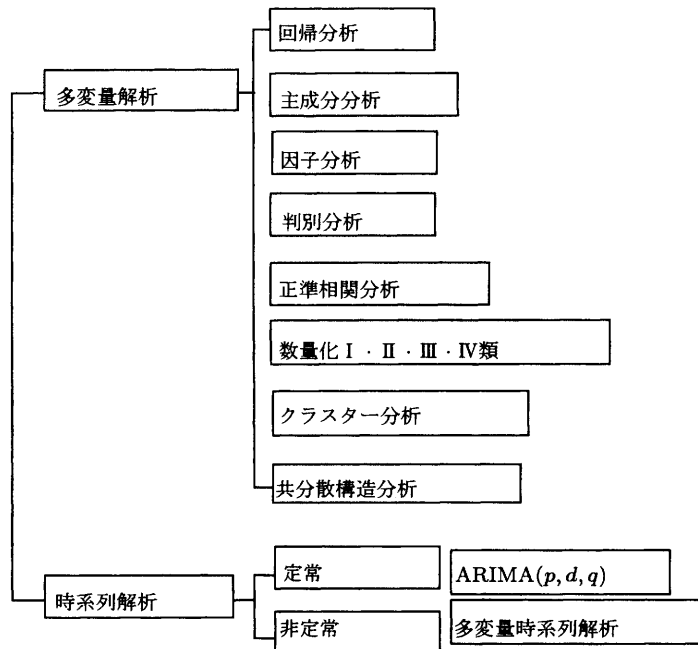


図1.1 分析手法

データはインターネットよりダウンロードしたもので、2003年3月の決算のもの(2003年5月に公表されたもの)で、次のようなものである。

データのサンプルと変数について

ここでは業種として医薬品部門の企業を取り上げた。そして変数として以下の20項目を取り上げ、欠測値のないサンプル(名)を選ぶと次の37社となった。

#### (1) サンプル(企業)

協和発酵工業、三共、武田薬品工業、山之内製薬、第一製薬、大日本製薬、塩野義製薬、田辺製薬、三菱ウェルファーマ、藤沢薬品工業、わかもと製薬、帝国臓器製薬、日本新薬、富山化学工業、中外製薬、科研製薬、エーザイ、森下仁丹、ロート製薬、小野薬品工業、久光製薬、持田製薬、大正製薬、参天製薬、エスエス製薬、扶桑薬品工業、日本ケミファ、ツムラ、三笠製薬、キッセイ薬品工業、生化学工業、栄研化学、日水製薬、沢井製薬、医学生物学研究所、ゼリア新薬工業、杏林製薬

#### (2) 変数(測定項目)

以下の20変数を取り上げた。なお、各変数の説明は東洋経済の説明から引用し、適宜まとめたものである。

●従業員(連)( $x_1$ )：連結従業員数を示す。有価証券報告書の記載基準に準拠している。従業員に

は役員や臨時の従業員を含まない(商法上の役員ではない執行役員を含む)。従業員数の時点は原則として直近の決算期末であるが、合併などの場合、時点が変則的になることがある。

●総資産( $x_2$ )：貸借対照表の資産の部の合計で、会社が事業活動をするうえで所有している財産、権利、金銭などの価値の総量を決算期末時点で計ったものである。会社の規模を計る指標となる(単位：百万円)。

●株主資本( $x_3$ )：資本金、法定準備金、剰余金の合計で、会社が存続するかぎり返済義務の生じない資金である。基本的に内部資金であるため自己資本とも呼ばれ、安定性を計る指標となる(単位：百万円)。マイナスは債務超過を示し、東京証券取引所上場銘柄(マザーズを除く)の場合、「債務超過3年かつ無配継続5年」で上場廃止になる。

●資本金( $x_4$ )：会社の発行した株式に対して株主が払い込んだ資金である(単位：百万円)。時価発行など額面を超える価額で新株式を発行した会社は「額面×発行済み株式総数＝資本金」とはならない。

●連結剰余金( $x_5$ )：【連結】連結株主資本から資本金と資本準備金を除いた、連結ベースでの利益の蓄積を表す(単位：百万円)。再評価差額金、為替換算調整は含まない。マイナスは連結欠損を示す。

●株主資本比率(%)( $x_6$ )：算式は、(株主資本－新株払込金)÷(総資産－新株払込金)×100である(単位：%，小数第1位)。なお、証券会社の株主資本比率は、負債・資本合計から短期借入有価証券、受入保証金代用有価証券を除いた額を分母として計算している。

●ROA(%)( $x_7$ )：総資産利益率(Return On Assetの略)。算式は当期利益÷期首期末平均総資産×100。総資産からどれだけの利益を上げたかを示す。

●ROE(%)( $x_8$ )：株主資本利益率(Return On Equityの略)。株主資本を使ってどれだけの利益を上げたかを示す。(単位：%，小数第2位)。

●総資産経常利益率(%)( $x_9$ )：算式は、経常利益÷期首期末平均総資産×100(%)である。総資産からどれだけの利益を上げたかを示す。(単位：%，小数第2位)。

●営業キャッシュフロー( $x_{10}$ )：実際の営業取引によって生じた純現金収支の増減額である(単位：百万円)。キャッシュの源泉は当期利益であるが、期末時点での売掛金や買掛金などを差し引きし、費用ではあっても実際の現金流出を伴わない減価償却費を加算する。これがプラスなら、その期の営業活動の結果、キャッシュが流入(増加)したことになり、正常な姿といえる。マイナスならばもともと当期利益が赤字か、減価償却の分の投資を回収できていないか、在庫が増えたか、売掛金回収が滞っていることになる。ただ、仕入先と販売先の取引条件の違いによって資金回収期間が長い場合、売上増に伴って営業CFが減少する場合もあり、マイナスが必ずしも経営悪化を意味するとはいえない。

- 投資キャッシュフロー ( $x_{11}$ ) : 投資活動による純現金収支の増減額である (単位: 百万円)。設備投資の支払い, 子会社や関連会社への投資に対し, 資産や有価証券の売却額を差し引いたものである。ここには設備の補修など現事業の維持を目的とする投資と, 将来のための新規事業投資, 余資の運用が含まれるが, 有価証券の売却でもない限り, マイナスになる場合が多くなる。特に成長分野の企業では毎年投資が必要なため, 投資CFのマイナスが続く。
- 財務キャッシュフロー ( $x_{12}$ ) : 財務活動による純現金収支の増減額である (単位: 百万円)。資金繰りの状況を表し, 営業CFや投資CFのマイナスのため資金調達に借入や増資をすれば, プラス(流入)になる。逆に営業CFや投資CFがプラスでキャッシュに余裕があれば, 借入返済や自社株買入れが可能になる。
- 現金・現金等価物 ( $x_{13}$ ) : 上記3キャッシュフローの結果, 手元に残った現金および預金や3か月以内の短期投資など現金同等物の期末残高である (単位: 百万円)。
- 売上高 ( $x_{14}$ ) : 本業における営業上の収益合計。一部の事業会社は営業収益, 営業収入である。銀行の場合は経常収益, 損保は正味収入保険料を表示している (単位: 百万円)。
- 営業利益 ( $x_{15}$ ) : 売上高から売上原価, 販売費用, 一般管理費などを差し引いたもので, 会社が本業であげた利益である。銀行は, 業務純益(経常収益から経常費用, 特定金銭信託などによる運用損益, 株式売却損益などを差し引いた本来的業務にかかわる利益)を表示している。損害保険会社は, 保険引受利益を表示している。算式は「保険引受収益－(保険引受費用＋保険引受にかかる営業費・一般管理費) ±その他の収支」となる。
- 経常利益 ( $x_{16}$ ) : 会社の本業での利益である営業利益に営業外収支(主に金融収支など)を加減したものである。業種などにかかわらず, 全社を横断的に比較できる一般的な数値である (単位: 百万円)。
- 当期利益 ( $x_{17}$ ) : 経常利益に一時的に発生した特別損益(有価証券・土地の売買損益など)を加減して, 法人税・住民税等を差し引いた最終利益を表示する (単位: 百万円)。
- 1株利益(円) ( $x_{18}$ ) : 各決算期間の1株当たりの税引後最終利益を示す。算式は税引後最終利益÷期中平均発行済株式数である (単位: 円)。
- 1株当たり営業CF(円) ( $x_{19}$ ) : 営業キャッシュフローを当該決算期の期中平均発行済み株式総数で除算した数値である。
- 1株当たり株主資本(円) ( $x_{20}$ ) : 1株あたり株主資本である。Bookvalue Per Shareの略でBPSともいう。算式は株主資本÷期末発行済み株式総数である (単位: 円)。

## 2 初期(基本的)解析

まず得られたデータに対して、データの分布状況を調べる。

つまり、基本統計量、散布図の作成、相関係数(偏相関係数)等を導出する。

医薬品会社に関する各変数について、基本統計量を計算した結果が表2.1である。

表2.1 基本統計量

| 変数           | サンプル数 | 平均値         | 標準偏差        | 範囲      | 最小値     | 最大値     | 尖度      | 歪度      | 変動係数     |
|--------------|-------|-------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 従業員(連)       | 37    | 3482.3514   | 3527.9618   | 14314   | 233     | 14547   | 1.4383  | 1.4100  | 1.0271   |
| 総資産          | 37    | 269852.0000 | 380522.1903 | 2051239 | 8130    | 2059369 | 12.5300 | 3.1381  | 1.4296   |
| 株主資本         | 37    | 189559.8649 | 290505.5074 | 1566339 | 1393    | 1567732 | 13.0453 | 3.2207  | 1.5537   |
| 資本金          | 37    | 21406.9189  | 23128.1365  | 98563   | 1197    | 99760   | 2.5150  | 1.6404  | 1.0953   |
| 連結剰余金        | 37    | 147879.4595 | 257545.6311 | 1434379 | -41740  | 1392639 | 14.1990 | 3.3893  | 1.7656   |
| 株主資本比率(%)    | 37    | 63.4973     | 19.3499     | 81.4    | 7.7     | 89.1    | 1.6411  | -1.3315 | 0.3089   |
| ROA(%)       | 37    | 2.5619      | 4.6536      | 27.27   | -13.76  | 13.51   | 3.5129  | -0.9412 | 1.8415   |
| ROE(%)       | 37    | 2.1814      | 21.2593     | 165.36  | -106.39 | 58.97   | 19.5021 | -3.2265 | 9.8804   |
| 総資産経常利益率(%)  | 37    | 7.4805      | 5.4236      | 31.69   | -11.56  | 20.13   | 3.6481  | -0.5212 | 0.7350   |
| 営業キャッシュフロー   | 37    | 22561.8378  | 45441.6072  | 264933  | -1484   | 263449  | 21.4711 | 4.2875  | 2.0419   |
| 投資キャッシュフロー   | 37    | -463.1892   | 25176.2466  | 168751  | -28603  | 140148  | 27.1030 | 4.8191  | -55.1039 |
| 財務キャッシュフロー   | 37    | -9828.8649  | 15605.3174  | 68353   | -58990  | 9363    | 3.2640  | -1.8246 | -1.6096  |
| 現金・現金等価物     | 37    | 68923.3784  | 171009.7451 | 1022462 | 496     | 1022958 | 27.0241 | 4.9835  | 2.5154   |
| 売上高          | 37    | 167432.7297 | 212198.7141 | 1041783 | 4298    | 1046081 | 6.7740  | 2.3105  | 1.2848   |
| 営業利益         | 37    | 28276.0541  | 53814.0168  | 312861  | -2175   | 310686  | 20.5168 | 4.1560  | 1.9294   |
| 経常利益         | 37    | 30646.6486  | 67762.3765  | 407769  | -2601   | 405168  | 25.8048 | 4.7790  | 2.2416   |
| 当期利益         | 37    | 15306.2973  | 45186.7376  | 291897  | -20135  | 271762  | 29.0238 | 5.1545  | 2.9929   |
| 1株当たり利益(円)   | 37    | 47.9435     | 83.0730     | 516.52  | -208.89 | 307.63  | 3.5048  | 0.3489  | 1.7566   |
| 1株当たり営業CF(円) | 37    | 97.5105     | 83.9167     | 398.73  | -100.13 | 298.6   | 0.1807  | 0.3795  | 0.8725   |
| 1株当たり株主資本(円) | 37    | 930.6284    | 598.7095    | 2570.74 | 94.08   | 2664.82 | 0.3899  | 0.8553  | 0.6522   |

また各変数間の関連の度合いを表す相関係数・偏相関係数を求めると表2.2のようである。

表2.2 相関・偏相関係数

| 相関と偏相関(上半三角が相関 下半三角が偏相関) |        |               |              |               |               |        |        |        |          |              |            |            |              |              |              |              |              |              |           |           |
|--------------------------|--------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|----------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| 変数                       | 従業員    | 総資産           | 株主資本         | 資本金           | 連結剰余金         | 株主資本比率 | ROA    | ROE    | 総資産経常利益率 | 営業キャッシュフロー   | 投資キャッシュフロー | 財務キャッシュフロー | 現金・現金等価物     | 売上高          | 営業利益         | 経常利益         | 当期利益         | 1株当たり利益      | 1株当たり営業CF | 1株当たり株主資本 |
| 従業員                      | 1.000  | <b>0.902</b>  | 0.874        | 0.848         | 0.827         | 0.189  | 0.397  | 0.220  | 0.457    | 0.788        | 0.381      | -0.808     | 0.721        | <b>0.959</b> | 0.809        | 0.759        | 0.677        | 0.494        | 0.443     | 0.341     |
| 総資産                      | 0.095  | 1.000         | <b>0.996</b> | 0.767         | <b>0.981</b>  | 0.247  | 0.481  | 0.200  | 0.521    | <b>0.965</b> | 0.668      | -0.810     | <b>0.930</b> | <b>0.974</b> | <b>0.973</b> | <b>0.952</b> | <b>0.903</b> | 0.641        | 0.579     | 0.468     |
| 株主資本                     | 0.332  | <b>0.707</b>  | 1.000        | 0.747         | <b>0.993</b>  | 0.295  | 0.491  | 0.188  | 0.531    | <b>0.967</b> | 0.686      | -0.807     | <b>0.935</b> | <b>0.956</b> | <b>0.975</b> | <b>0.956</b> | <b>0.911</b> | 0.655        | 0.601     | 0.509     |
| 資本金                      | -0.541 | -0.343        | <b>0.829</b> | 1.000         | 0.682         | 0.186  | 0.256  | 0.168  | 0.400    | 0.629        | 0.170      | -0.705     | 0.588        | 0.797        | 0.664        | 0.595        | 0.480        | 0.408        | 0.409     | 0.372     |
| 連結剰余金                    | -0.467 | -0.474        | <b>0.953</b> | <b>0.897</b>  | 1.000         | 0.319  | 0.515  | 0.180  | 0.533    | <b>0.969</b> | 0.717      | -0.796     | 0.937        | <b>0.928</b> | <b>0.972</b> | <b>0.958</b> | <b>0.927</b> | 0.677        | 0.627     | 0.541     |
| 株主資本比率                   | -0.074 | <b>-0.726</b> | 0.545        | -0.309        | -0.374        | 1.000  | 0.501  | 0.337  | 0.488    | 0.226        | 0.087      | -0.235     | 0.190        | 0.221        | 0.236        | 0.219        | 0.192        | 0.441        | 0.503     | 0.611     |
| ROA                      | 0.074  | 0.071         | -0.034       | -0.014        | 0.029         | 0.309  | 1.000  | 0.789  | 0.668    | 0.517        | 0.269      | -0.490     | 0.454        | 0.474        | 0.529        | 0.512        | 0.540        | <b>0.910</b> | 0.709     | 0.531     |
| ROE                      | 0.250  | 0.406         | -0.295       | 0.299         | 0.208         | 0.387  | 0.193  | 1.000  | 0.684    | 0.188        | 0.026      | -0.182     | 0.162        | 0.215        | 0.208        | 0.194        | 0.203        | 0.690        | 0.411     | 0.261     |
| 総資産経常利益率                 | 0.000  | -0.237        | 0.025        | 0.025         | 0.039         | -0.172 | 0.640  | 0.111  | 1.000    | 0.536        | 0.217      | -0.418     | 0.468        | 0.505        | 0.571        | 0.547        | 0.512        | 0.830        | 0.705     | 0.496     |
| 営業キャッシュフロー               | -0.134 | 0.567         | -0.205       | 0.063         | 0.050         | 0.405  | 0.065  | -0.304 | -0.005   | 1.000        | 0.766      | -0.749     | <b>0.972</b> | <b>0.909</b> | <b>0.991</b> | <b>0.989</b> | <b>0.971</b> | 0.672        | 0.629     | 0.448     |
| 投資キャッシュフロー               | -0.169 | 0.066         | 0.270        | -0.391        | -0.317        | 0.067  | -0.284 | -0.069 | 0.388    | -0.002       | 1.000      | -0.478     | 0.846        | 0.554        | 0.745        | 0.803        | 0.853        | 0.390        | 0.261     | 0.170     |
| 財務キャッシュフロー               | -0.345 | 0.120         | 0.012        | -0.330        | -0.075        | -0.012 | -0.154 | 0.200  | 0.107    | 0.245        | -0.433     | 1.000      | -0.706       | -0.837       | -0.765       | -0.724       | -0.711       | -0.568       | -0.486    | -0.411    |
| 現金・現金等価物                 | 0.210  | 0.372         | -0.573       | 0.693         | 0.548         | 0.307  | 0.039  | -0.114 | -0.126   | -0.258       | 0.588      | 0.392      | 1.000        | 0.856        | <b>0.971</b> | <b>0.982</b> | 0.974        | 0.622        | 0.538     | 0.403     |
| 売上高                      | -0.025 | 0.552         | 0.025        | -0.289        | -0.235        | 0.414  | -0.013 | -0.268 | 0.222    | -0.435       | -0.362     | -0.136     | 0.084        | 1.000        | <b>0.921</b> | 0.887        | 0.831        | 0.594        | 0.528     | 0.399     |
| 営業利益                     | 0.456  | 0.295         | -0.608       | <b>0.707</b>  | 0.666         | 0.227  | -0.177 | -0.389 | 0.255    | 0.082        | -0.235     | -0.100     | -0.246       | 0.174        | 1.000        | <b>0.994</b> | <b>0.968</b> | 0.688        | 0.605     | 0.460     |
| 経常利益                     | -0.428 | -0.306        | <b>0.762</b> | <b>-0.790</b> | <b>-0.833</b> | -0.200 | -0.034 | 0.284  | 0.085    | -0.062       | -0.044     | 0.146      | 0.383        | -0.306       | <b>0.887</b> | 1.000        | <b>0.984</b> | 0.668        | 0.576     | 0.426     |
| 当期利益                     | -0.058 | -0.206        | -0.171       | 0.020         | 0.262         | -0.275 | 0.358  | 0.196  | -0.538   | 0.476        | 0.281      | -0.430     | 0.149        | 0.428        | -0.005       | 0.355        | 1.000        | 0.680        | 0.563     | 0.405     |
| 1株当たり利益                  | -0.303 | 0.099         | 0.094        | -0.139        | -0.160        | -0.211 | 0.382  | 0.403  | 0.014    | -0.258       | 0.084      | 0.065      | -0.104       | -0.171       | 0.341        | -0.290       | 0.187        | 1.000        | 0.811     | 0.702     |
| 1株当たり営業CF                | 0.094  | -0.237        | -0.027       | 0.015         | 0.114         | -0.161 | -0.083 | 0.100  | 0.164    | <b>0.783</b> | -0.137     | -0.285     | 0.231        | 0.260        | -0.204       | 0.171        | -0.392       | 0.298        | 1.000     | 0.778     |
| 1株当たり株主資本                | -0.128 | 0.089         | 0.241        | -0.297        | -0.298        | 0.322  | -0.102 | -0.295 | -0.102   | -0.434       | -0.215     | 0.070      | 0.184        | -0.380       | 0.237        | -0.302       | 0.248        | 0.325        | 0.508     | 1.000     |

表2.2において相関係数については0.9以上を太字で表している。また偏相関係数については0.7以上を太字にしている。これから他の変数の影響を除いた意味では株主資本と資本金、連結剰余金、経常利益の偏相関が高く、資本金と連結剰余金、営業利益、経常利益の偏相関が高い。また連結剰余金と経常利益、営業CFと1株あたり営業CFおよび営業利益と経常利益の偏相関が高い。

更に、これら変数間の関係をみる意味での散布図を組である多変量連関図を描くと図2.1のようになる。

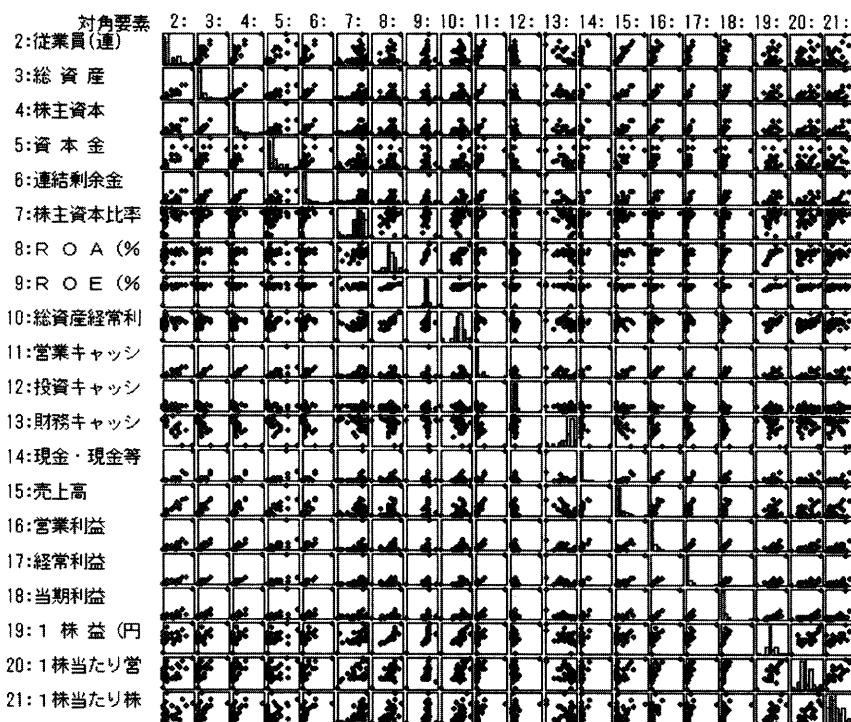


図2.1 多変量連関図

平均との比較も含め、例として協和発酵と武田薬品工業の各変数についてのレーダーチャートを作成したのが、図2.2である。平均との比較で協和発酵が総資産、売上高において平均より大きいことがわかる。武田薬品は平均と比較して図抜けて資産、売上高が大きいことがわかる。

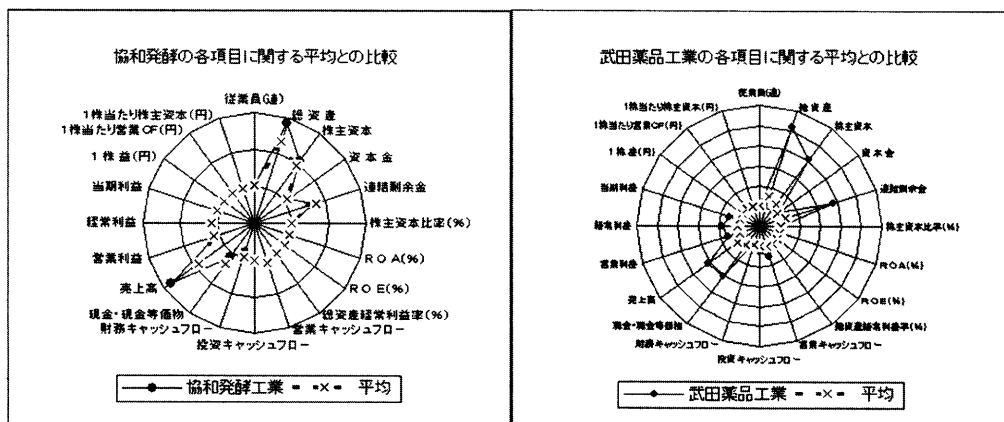
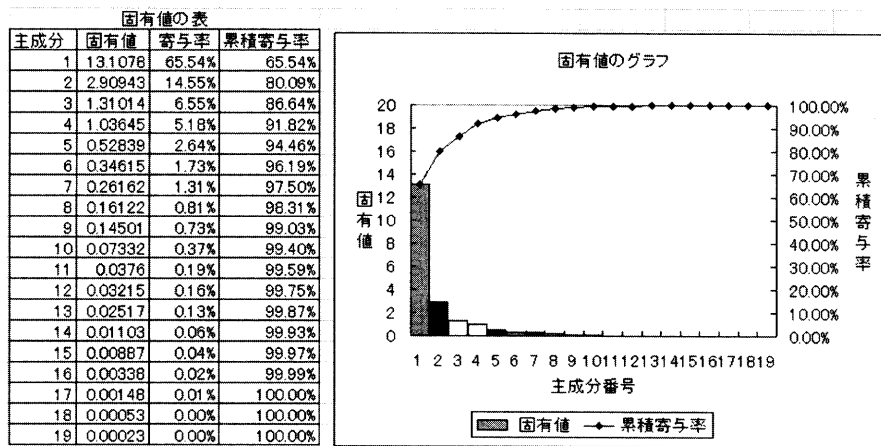


図2.2 レーダーチャート

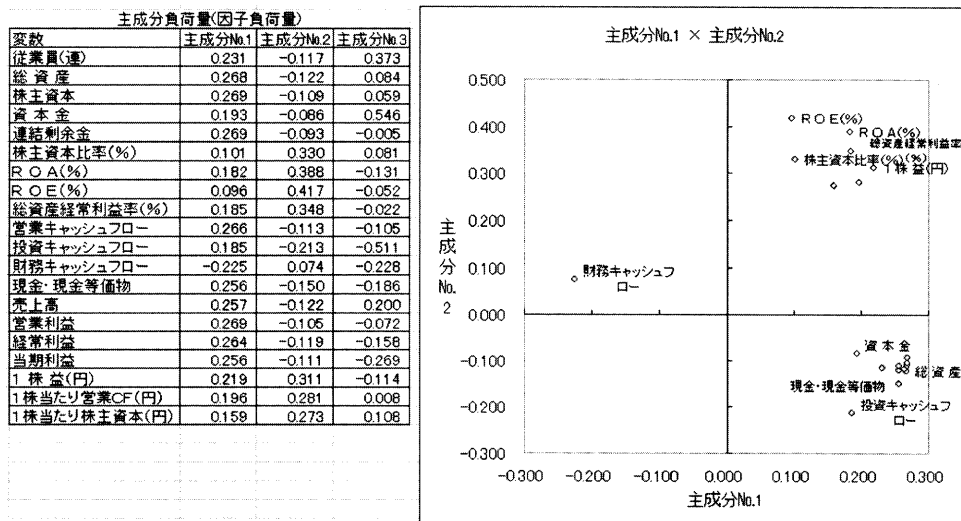
### 3 主成分分析の適用

ここでは全体の総合特性を、情報の損失をできるだけ落とすことなく次元を落として表す主成分分析を適用する。ここで扱われるデータは尺度が異なるため、相関行列に基づいて解析する。まず固有値を求め主成分を求めると、以下の図表3.1の左側のようになり、そのときの固有値のグラフ(スクリープロットの棒グラフ化)が図表3.1の右側となる。累積寄与率が第2主成分までで80%あるので全体のばらつきを示すには十分であると思われる、第2主成分までを取り上げることとする。



図表3.1 固有値とスクリープロット

次に、主成分を解釈するため主成分と各変数との相関係数である主成分負荷量を求めると、図表3.2のように求まる。



図表3.2 主成分負荷量と第1,2主成分の負荷量の散布図



第1主成分に関してはすべての変数と少なからず相関があり総合的な指標といえよう。

第2主成分に関しては株に関連した変数との相関が高く投資キャッシュ、現金、売上高、経常利益など現金の流れに関連した変数と負の相関があるといった株の市場での取引と実際の運営での取引とが表裏となった評価因子であろう。

次にこの主成分による主成分得点を2次元の散布図として各サンプル(企業)を評価しよう。その結果が図表3.1である。

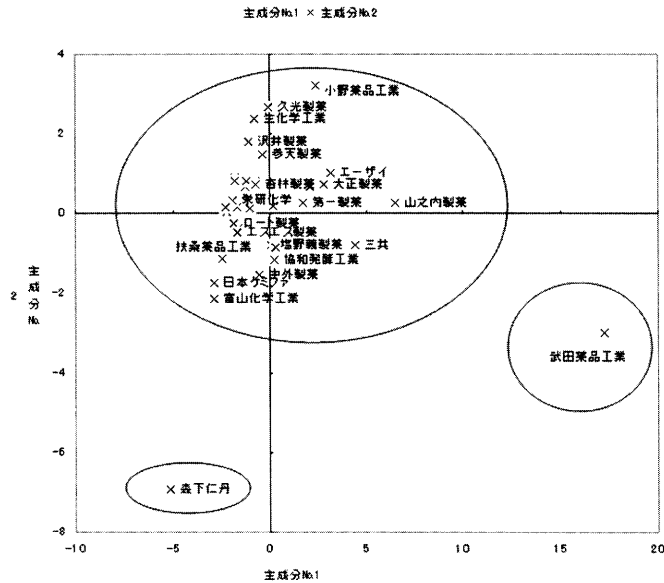


図3.1 各企業の主成分得点とその散布図

武田薬品と森下仁丹が集団と離れ、特異性がみられる。第1主成分の総合特性での武田薬品が他の企業に比べて図抜けておおい値をもち、逆に森下仁丹が小さいことがうかがわれる。第2主成分での株関連の指標が武田薬品と森下仁丹において低いことが特徴づけられる。

さらに、企業を細かく分類する意味で、主成分得点による階層性をもつとした場合のクラスター分析の結果が図3.2のデンドログラムとなる。津田[2]では月次での収益率を変数としてクラスター分析により、企業の分類を行っている。

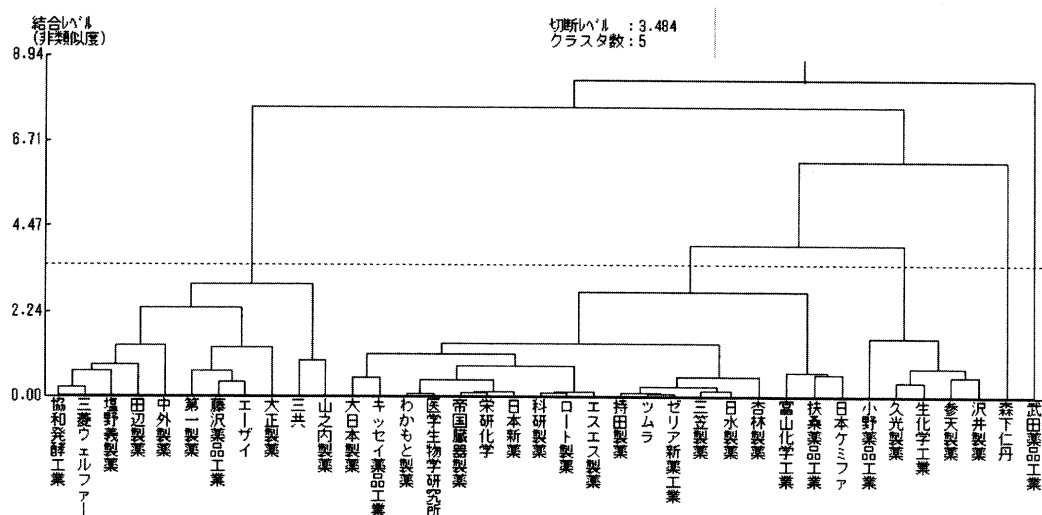


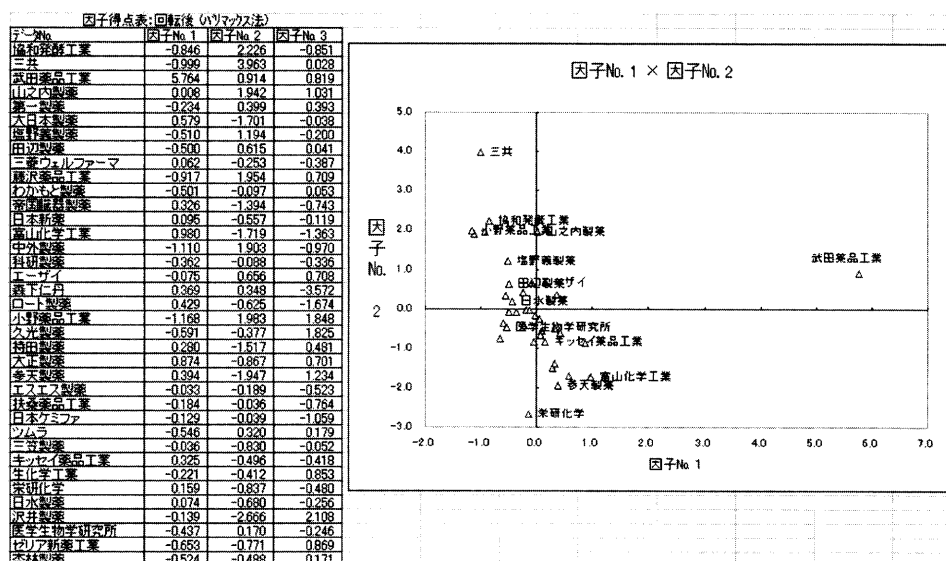
図3.2 デンドログラム

マハラノビスの汎距離で企業間の非類似度とし、ウォード法によるクラスターの結合を行った結果である。武田薬品と森下仁丹は上位の階層で早く分類され、さらに切断レベルを3.5前後とすれば5つのクラスターに分類される。



因子1は連結剰余金，営業CF，投資CF，現金・現金等価物，営業・経常・当期の各利益と相関が高く総合的な収益因子を表している。因子2は従業員，資本金，売上高と相関が高くその企業の規模因子を表している。因子3はROA，総資産経常利益率，1株益，1株あたり営業CFと相関が高く株価に依存した収益性の因子と思われる。

次に各企業の因子得点を2次元までで散布図に表すと図表4.3のようになる。



図表4.3 因子得点とその散布図

ここでも主成分分析と同様に第1因子での武田薬品の特異性がみられる。他の企業はほとんど団子状態でまとまっている。第2因子では三共が，大きいことがみられる。この因子得点によるクラスター分析も同様に行える。

## 5 数量化法の適用

この章では質的データが得られる場合の解析手法である数量化による解析を企業データに適用することを考えよう。

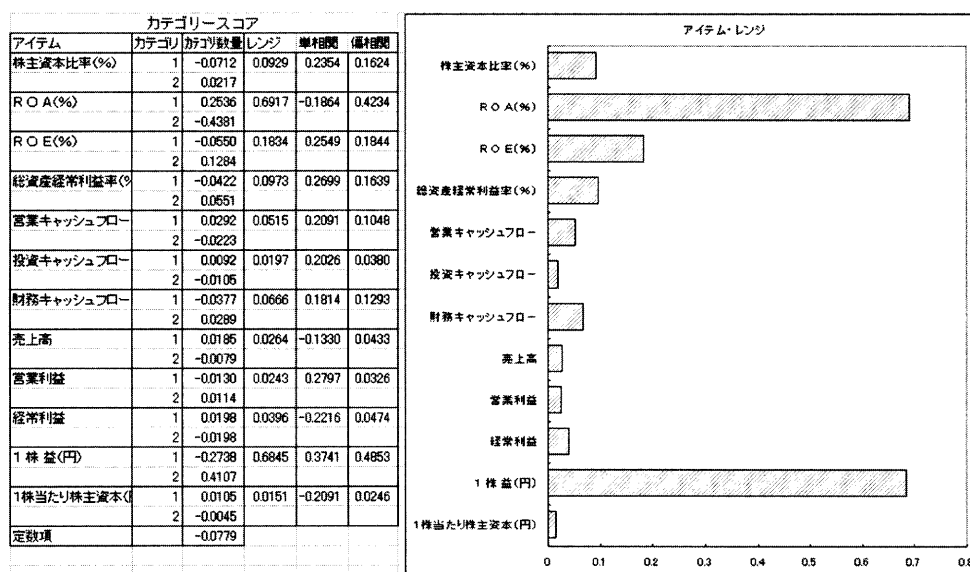
### 5.1 数量化Ⅰ類の適用

ここでは決算発表の5月の次月である6月の株価を用いる。この情報が株価に影響を与えていると考えられるためである。そこで前年度(2002年度)の6月と次年度(2003年度)の6月の株価を比べて、株価の収益率を目的変数(外的基準)とした場合、各変数について、前年度と比べて増加していれば2、そうでなければ1とカテゴリー化したデータが以下の表5.1である。

表5.1 数量化Ⅰ類のデータ

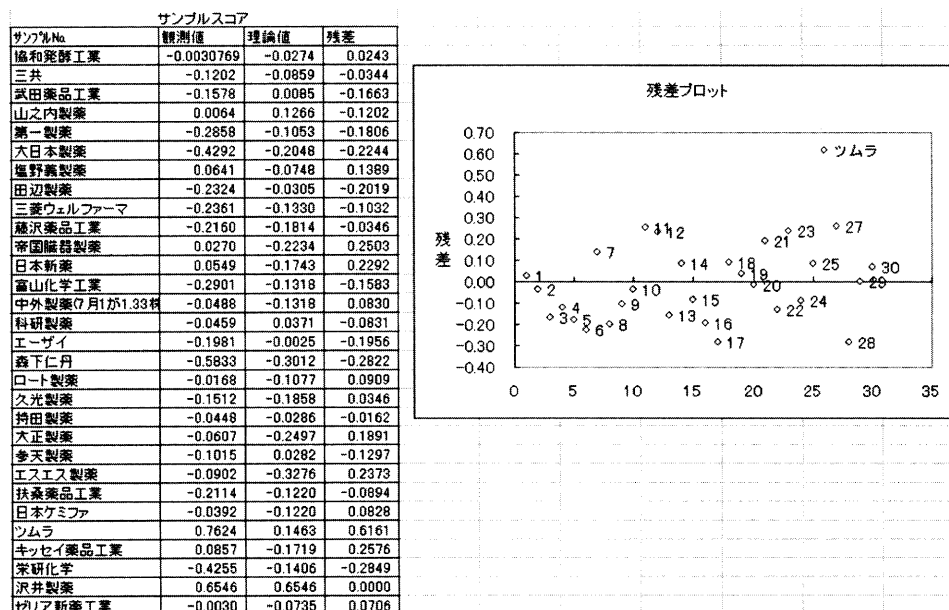
| 社名           | 株価収益率     | 株主資本 | ROA | ROE | 総資産 | 営業キャ | 投資キャ | 財務キャ | 売上高 | 営業利益 | 経常利益 | 1株当り利益 | 1株当り資本 |
|--------------|-----------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|--------|--------|
| 協和発酵工業       | -0.003077 | 2    | 2   | 2   | 1   | 2    | 1    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 三井           | -0.1202   | 2    | 1   | 1   | 2   | 2    | 2    | 2    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 武田薬品工業       | -0.1578   | 2    | 2   | 2   | 2   | 2    | 2    | 1    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| 山之内製薬        | 0.0064    | 2    | 2   | 2   | 2   | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| 第一製薬         | -0.2858   | 2    | 1   | 1   | 1   | 1    | 2    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 大日本製薬        | -0.4292   | 1    | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 2    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 塩野義製薬        | 0.0641    | 2    | 1   | 1   | 2   | 1    | 2    | 1    | 1   | 2    | 2    | 1      | 1      |
| 田辺製薬         | -0.2324   | 2    | 1   | 1   | 2   | 1    | 1    | 1    | 1   | 2    | 1    | 1      | 2      |
| 三菱ウェルファーマ    | -0.2361   | 2    | 1   | 1   | 2   | 2    | 1    | 1    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1      |
| 藤沢薬品工業       | -0.2160   | 1    | 2   | 1   | 2   | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| 帝國薬品製薬       | 0.0270    | 2    | 1   | 1   | 1   | 2    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 日本新薬         | 0.0549    | 1    | 1   | 1   | 2   | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 2      |
| 富山化学工業       | -0.2901   | 2    | 1   | 1   | 1   | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1      |
| 中外製薬(7月1が13) | -0.0488   | 2    | 1   | 1   | 1   | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1      |
| 科研製薬         | -0.0459   | 2    | 2   | 2   | 1   | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 1    | 2      | 2      |
| エーザイ         | -0.1981   | 2    | 2   | 2   | 1   | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| 森下仁丹         | -0.5833   | 1    | 1   | 1   | 1   | 2    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1      |
| ロート製薬        | -0.0168   | 1    | 1   | 1   | 2   | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1      |
| 久光製薬         | -0.1512   | 2    | 2   | 1   | 1   | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| 持田製薬         | -0.0448   | 1    | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 2    | 2   | 1    | 1    | 2      | 2      |
| 大正製薬         | -0.0607   | 2    | 1   | 1   | 1   | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 参天製薬         | -0.1015   | 2    | 2   | 2   | 2   | 2    | 1    | 1    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| エスエス製薬       | -0.0902   | 1    | 1   | 1   | 1   | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 1      | 1      |
| 扶桑薬品工業       | -0.2114   | 2    | 1   | 1   | 1   | 2    | 1    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1      |
| 日本ケミファ       | -0.0392   | 2    | 1   | 1   | 1   | 2    | 1    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1      |
| ツムラ          | 0.7624    | 2    | 2   | 2   | 2   | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| キッセイ薬品工業     | 0.0657    | 2    | 1   | 1   | 1   | 1    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2      |
| 栄研化学         | -0.4255   | 2    | 1   | 1   | 2   | 1    | 2    | 1    | 2   | 1    | 2    | 1      | 2      |
| 沢井製薬         | 0.6546    | 2    | 1   | 1   | 2   | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2      |
| セリア新薬工業      | -0.0030   | 2    | 2   | 2   | 1   | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 2      | 2      |

そして数量化Ⅰ類を適用し、カテゴリースコアを求めると以下の図表5.1が得られる。



図表5.1 数量化I類カテゴリースコア

カテゴリースコアに関するレンジの大きいROAと1株益が収益率に影響が大きいことがわかる。偏相関からもROAと1株益の影響が大きいことが確認される。また重相関係数が0.6672で、寄与率(決定係数)が0.4451より予測精度もかなりよいことがわかる。



図表5.2 数量化I類での実測値と残差

実際のデータとの残差をプロットしたものが図表5.2であり、この図表よりかなり精度がよいことがみれる。なお、ツムラについて残差が異常に大きく他の企業と異なる状況である。

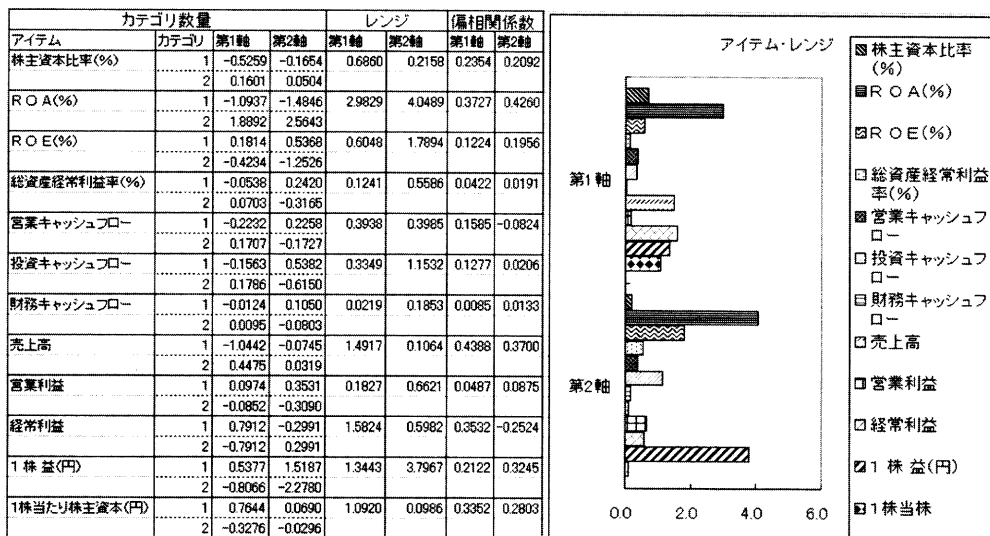
## 5.2 数量化Ⅱ類の適用

ここでは株価収益率について、平均を中心に正規分布を仮定して全体を3分位して下位より1,2,3とカテゴリー化する。説明変数については数量化Ⅰ類と同じとするデータが以下の表5.2で与えられる。

表5.2 数量化Ⅱ類データ

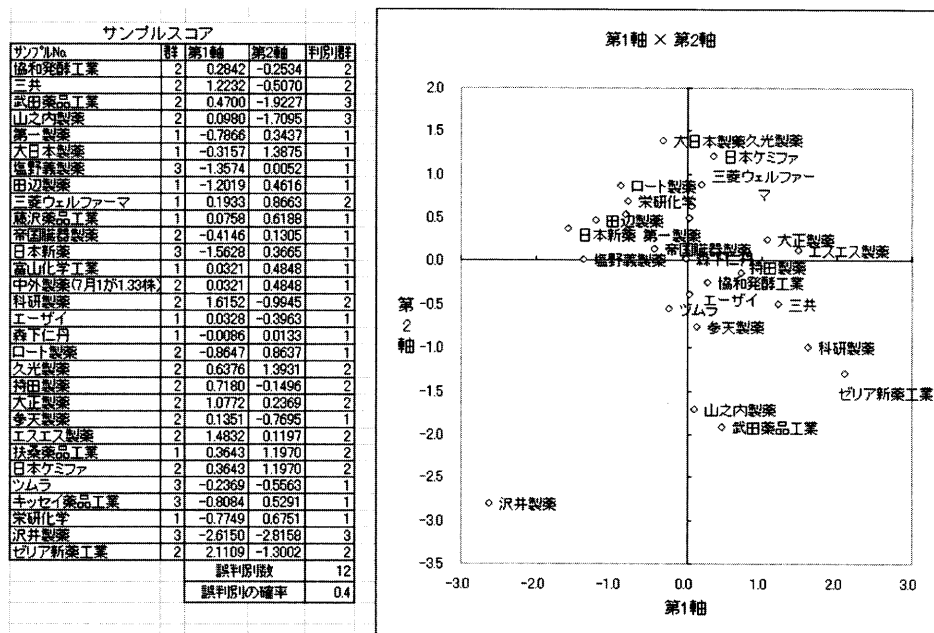
| 数量化Ⅱ類データ       |      |      |        |        |      |      |      |      |     |      |      |        |      |
|----------------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|-----|------|------|--------|------|
| 社名             | 収益率群 | 株主資本 | ROA(%) | ROE(%) | 経産産経 | 営業キャ | 投資キャ | 財務キャ | 売上高 | 営業利益 | 経常利益 | 1株益(円) | 1株当株 |
| 協和発酵工業         | 2    | 2    | 2      | 2      | 1    | 2    | 1    | 1    | 1   | 1    | 1    | 2      | 2    |
| 三共             | 2    | 2    | 1      | 1      | 2    | 2    | 2    | 2    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 武田薬品工業         | 2    | 2    | 2      | 2      | 2    | 2    | 2    | 1    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| 山之内製薬          | 2    | 2    | 2      | 2      | 2    | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| 第一製薬           | 1    | 2    | 1      | 1      | 1    | 1    | 2    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 大日本製薬          | 1    | 1    | 1      | 1      | 1    | 1    | 1    | 2    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 塩野義製薬          | 3    | 2    | 1      | 1      | 2    | 1    | 2    | 1    | 1   | 2    | 2    | 1      | 1    |
| 田辺製薬           | 1    | 2    | 1      | 1      | 2    | 1    | 1    | 1    | 1   | 2    | 1    | 1      | 2    |
| 三菱ウェルファーマ      | 1    | 2    | 1      | 1      | 2    | 2    | 1    | 1    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1    |
| 藤沢薬品工業         | 1    | 1    | 2      | 1      | 2    | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| 帝國臓器製薬         | 2    | 2    | 1      | 1      | 1    | 2    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 日本新薬           | 3    | 1    | 1      | 1      | 2    | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 2    |
| 富山化学工業         | 1    | 2    | 1      | 1      | 1    | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1    |
| 中外製薬(7月1日1.33) | 2    | 2    | 1      | 1      | 1    | 1    | 2    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1    |
| 科研製薬           | 2    | 2    | 2      | 2      | 1    | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 2    |
| エーザイ           | 1    | 2    | 2      | 2      | 1    | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| 森下仁丹           | 1    | 1    | 1      | 1      | 1    | 2    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1    |
| ロート製薬          | 2    | 1    | 1      | 1      | 2    | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 1      | 1    |
| 久光製薬           | 2    | 2    | 2      | 1      | 1    | 2    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| 持田製薬           | 2    | 1    | 2      | 2      | 1    | 1    | 1    | 2    | 2   | 1    | 1    | 2      | 2    |
| 大正製薬           | 2    | 2    | 1      | 1      | 1    | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 参天製薬           | 2    | 2    | 2      | 2      | 2    | 2    | 1    | 1    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| エスエス製薬         | 2    | 1    | 1      | 1      | 1    | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 1      | 1    |
| 扶桑薬品工業         | 1    | 2    | 1      | 1      | 1    | 2    | 1    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1    |
| 日本ケミファ         | 2    | 2    | 1      | 1      | 1    | 2    | 1    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1      | 1    |
| ツムラ            | 3    | 2    | 2      | 2      | 2    | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| キッセイ薬品工業       | 3    | 2    | 1      | 1      | 1    | 1    | 2    | 1    | 1   | 1    | 1    | 1      | 2    |
| 栄研化学           | 1    | 2    | 1      | 1      | 2    | 1    | 2    | 1    | 2   | 1    | 2    | 1      | 2    |
| 沢井製薬           | 3    | 2    | 1      | 1      | 2    | 1    | 1    | 2    | 2   | 2    | 2    | 2      | 2    |
| セリア新薬工業        | 2    | 2    | 2      | 2      | 1    | 2    | 2    | 1    | 2   | 1    | 1    | 2      | 2    |

次に、数量化Ⅱ類により説明変数と目的変数を数量化する。まず、カテゴリースコアが以下の図表5.3のように与えられる。



図表5.3 数量化Ⅱ類カテゴリースコア

相関比が第1軸で0.5033, 第2軸が0.1755である。1軸ではカテゴリースコアからレンジの大きいROAの影響が大きく, 2軸での影響はROAと1株益が収益率の判別に影響が大きいことがわかる。



図表5.4 数量化Ⅱ類でのサンプルスコア



またサンプルスコアとそれをプロットしたものが図表5.4であり、この図表から沢井製薬が1軸、2軸ともに他の企業と判別される。ただし、誤判別確率が0.4であり精度が良いとはいえない。

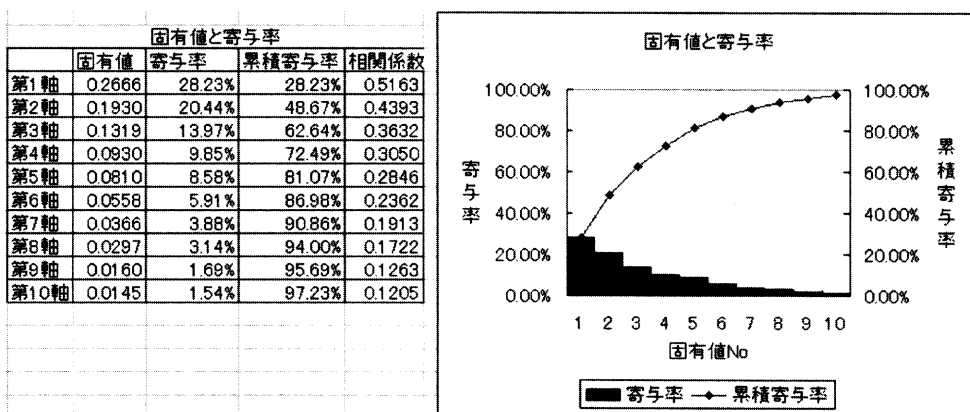
### 5.3 数量化Ⅲ類の適用

株価収益率のような外的基準がない場合、説明変数によるアイテムの選択に基づく分類手法である数量化Ⅲ類を適用しよう。この場合データは以下の表5.3で与えられる。

表5.3 数量化Ⅲ類データ

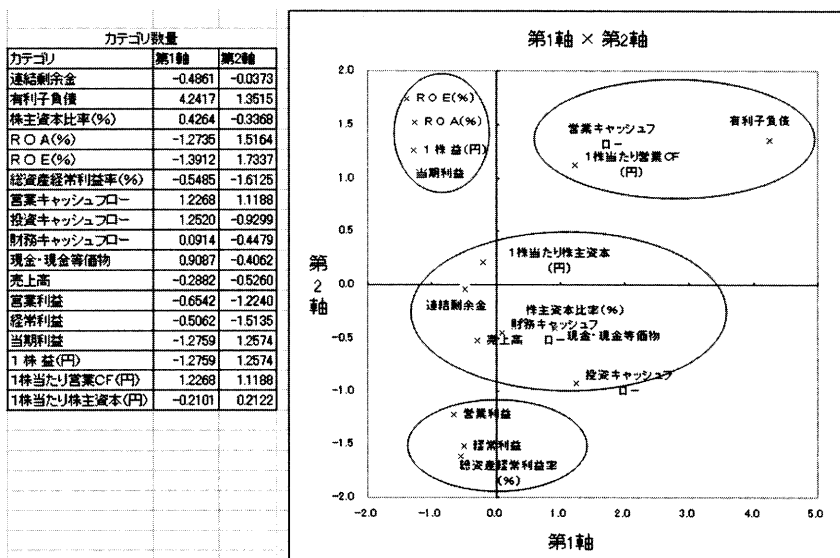
| 数量化Ⅲ類データ  |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 社名        | 連結 | 有利子 | 株主 | ROA | ROE | 総資産 | 営業 | 投資 | 財務 | 現金 | 売上 | 営業 | 経常 | 当期 | 1株 | 1株 | 1株 | 1株 |
| 協和発酵工業    | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 三共        | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 武田薬品工業    | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 山之内製薬     | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 1   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 第一製薬      | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 大日本製薬     | 1  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 塩野義製薬     | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 田辺製薬      | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 三愛ウェルファーマ | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 藤沢薬品工業    | 1  | 0   | 0  | 1   | 0   | 1   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 帝国機器製薬    | 0  | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 日本新薬      | 1  | 1   | 0  | 0   | 0   | 1   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 富山化学工業    | 0  | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 中外製薬      | 0  | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 科研製薬      | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 0   | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| エーザイ      | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 0   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 森下仁丹      | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| ロート製薬     | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 久光製薬      | 1  | 0   | 1  | 1   | 0   | 0   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 持田製薬      | 1  | 0   | 0  | 1   | 1   | 0   | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 大正製薬      | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 参天製薬      | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| エスエス製薬    | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 扶桑薬品工業    | 0  | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 日本ケミファ    | 0  | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| ツムラ       | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 1   | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| キッセイ薬品工業  | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 栄研化学      | 0  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 沢井製薬      | 1  | 0   | 1  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| ゼリア新薬工業   | 1  | 0   | 1  | 1   | 1   | 0   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

相関が高くなるように求めた固有値が図表5.5である。



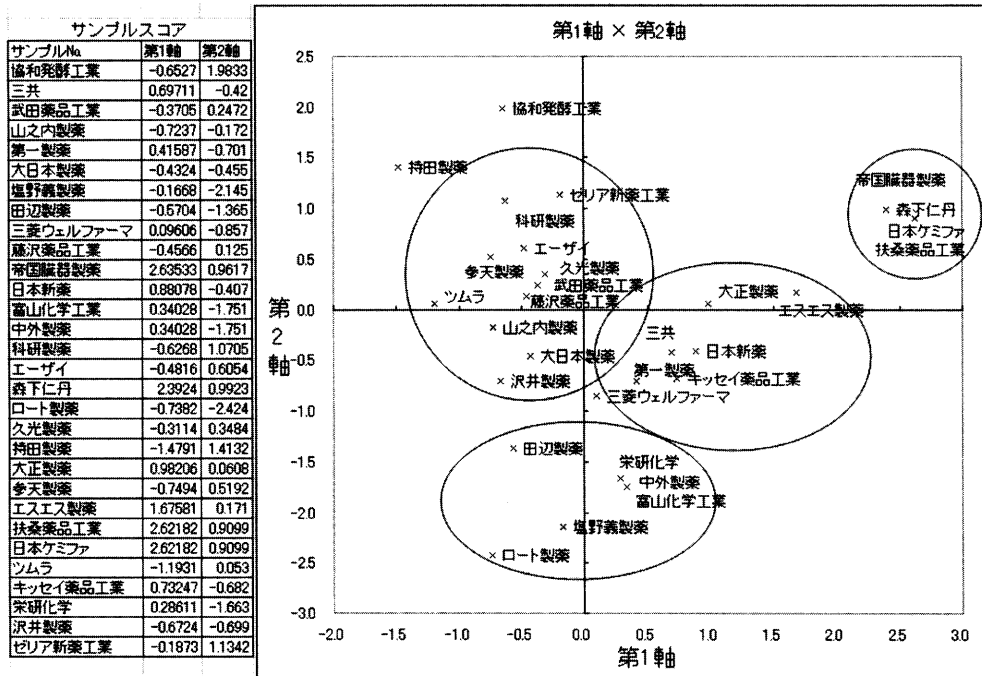
図表5.5 数量化Ⅲ類固有値と寄与率

第1軸の固有値の寄与率が28.2%，第2軸までの累積寄与率が48.7%である。1軸ではカテゴリースコアから上位(右側)であると有利子負債の影響が大きく，次に営業CF，投資CF等が大きく現れ，お金の流れに関連したもので好ましくない傾向を表す量に対応し，逆に下位(左側)だとROA,ROE,営業利益,経常利益が現れる好ましい状況である。次に2軸では，上位(上側)が総資産利益率であるROA，株主資本利益率が現れ，下位(下側)であると総資産経常利益率，営業利益，経常利益が現れ，規模を調整した利益をみる指標に対応している。そこで，2軸は利益の方向性を表していると思われる。そして求めたカテゴリースコアとそれをプロットしたのが図表5.6である。また各企業についてのサンプルスコアとそれをプロットしたものが図表5.7である。



図表5.6 数量化Ⅲ類でのカテゴリースコア

そこで、図表5.6よりカテゴリースコアから利益関係、株価関係、CF 関係、財務資本関係と  
いて分類される。



図表5.7 数量化Ⅲ類でのサンプルスコア

図表5.7の散布図から有利子負債がありあまり企業体質が芳しくない帝国臓器グループ、総資産でみた利益率がよい健全体質と思われる武田薬品グループ、営業利益、経常利益がいい（の方向性の）塩野義製薬グループ、CFの流れがやや多く総資産でみた利益も中位である日本新薬グループと分類されることがみられる。

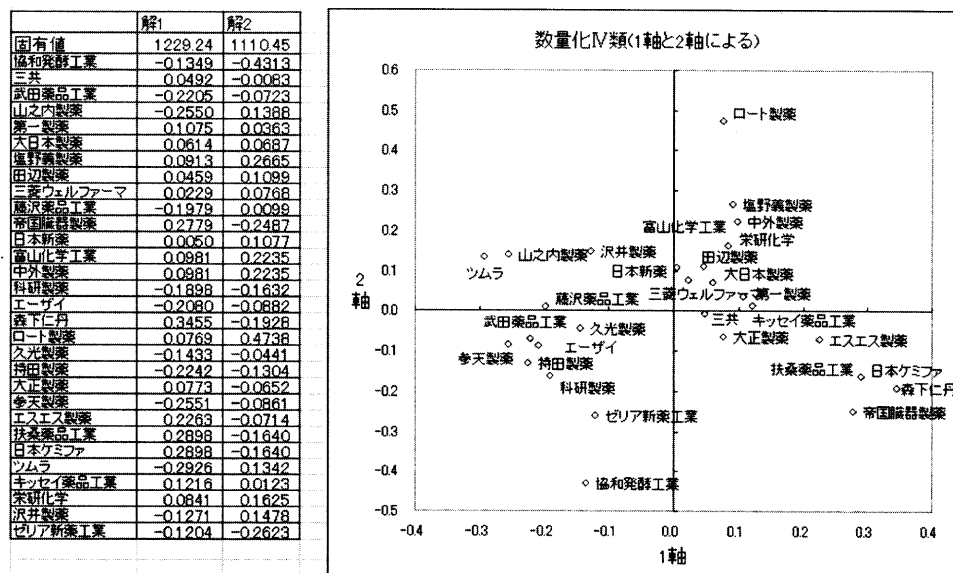
#### 5.4 数量化Ⅳ類の適用

数量化Ⅲ類のデータから各サンプルの類似度を計算する。例えば2行で異なるセルの個数を数え、それを－2倍したものを類似度として記入していくことにより、以下の表5.4の類似度行列が計算される。

表5.4 類似度行列

| 社名        |     | 類似度データ(数量化Ⅳ類) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 社名        | 協和  | 三共            | 武田  | 山之内 | 第一  | 大日  | 塩野  | 田辺  | 三菱  | 藤沢  | 帝國  | 富士  | 中外  | 科研  | エーザイ | 森下  | ロート製 | 久光  | 持田  | 大正  | 参天  | エスエス | 扶桑  | 日本ケ | キッセ | 栄研  | 沢井  | ゼリア |     |
| 協和発酵工業    | 0   | -18           | -12 | -18 | -16 | -18 | -22 | -16 | -18 | -16 | -14 | -24 | -26 | -28 | -6   | -10 | -16  | -28 | -12 | -10 | -14 | -8   | -20 | -18 | -14 | -16 | -24 | -20 | -6  |
| 三共        | -18 | 0             | -14 | -16 | -10 | -12 | -16 | -14 | -12 | -14 | -12 | -10 | -14 | -14 | -16  | -16 | -14  | -18 | -14 | -20 | -4  | -18  | -10 | -12 | -20 | -10 | -10 | -14 | -12 |
| 武田薬品工業    | -12 | -14           | 0   | -6  | -24 | -26 | -18 | -20 | -14 | -8  | -22 | -16 | -20 | -20 | -10  | -6  | -24  | -24 | -8  | -18 | -14 | -4   | -20 | -26 | -26 | -10 | -20 | -16 | -12 |
| 山之内製薬     | -18 | -16           | -6  | 0   | -18 | -20 | -16 | -18 | -18 | -20 | -10 | -28 | -18 | -14 | -12  | -8  | -30  | -18 | -10 | -12 | -20 | -10  | -26 | -28 | -28 | -4  | -18 | -14 | -6  |
| 第一製薬      | -16 | -10           | -24 | -18 | 0   | -6  | -10 | -8  | -18 | -24 | -10 | -20 | -12 | -12 | -18  | -22 | -12  | -16 | -10 | -12 | -20 | -10  | -26 | -28 | -28 | -4  | -12 | -16 | -18 |
| 大日本製薬     | -18 | -12           | -26 | -20 | -6  | 0   | -16 | -10 | -16 | -18 | -16 | -14 | -14 | -14 | -16  | -20 | -14  | -10 | -18 | -8  | -12 | -22  | -14 | -16 | -14 | -18 | -4  | -12 | -16 |
| 塩野義製薬     | -22 | -16           | -18 | -16 | -10 | -16 | 0   | -6  | -8  | -22 | -16 | -18 | -10 | -10 | -24  | -24 | -14  | -10 | -22 | -24 | -16 | -18  | -18 | -20 | -20 | -16 | -10 | -10 | -14 |
| 田辺製薬      | -16 | -14           | -20 | -18 | -8  | -10 | -6  | 0   | -10 | -20 | -14 | -16 | -16 | -16 | -18  | -22 | -16  | -12 | -20 | -18 | -14 | -16  | -20 | -18 | -14 | -8  | -12 | -12 | -22 |
| 三菱ウェルファーマ | -18 | -12           | -14 | -20 | -18 | -16 | -8  | -10 | 0   | -14 | -16 | -10 | -14 | -14 | -16  | -14 | -10  | -14 | -24 | -12 | -10 | -14  | -16 | -16 | -16 | -18 | -14 | -14 | -20 |
| 藤沢薬品工業    | -16 | -14           | -8  | -10 | -24 | -18 | -22 | -20 | -14 | 0   | -26 | -8  | -20 | -20 | -10  | -6  | -24  | -16 | -4  | -14 | -18 | -8   | -20 | -22 | -22 | -10 | -24 | -20 | -8  |
| 帝國臓器製薬    | -14 | -12           | -22 | -28 | -10 | -16 | -16 | -14 | -16 | -26 | 0   | -18 | -18 | -18 | -20  | -24 | -6   | -22 | -22 | -24 | -8  | -22  | -10 | -8  | -8  | -28 | -10 | -14 | -26 |
| 日本新薬      | -24 | -10           | -16 | -18 | -20 | -14 | -18 | -16 | -10 | -8  | -18 | 0   | -16 | -16 | -18  | -14 | -20  | -12 | -12 | -22 | -14 | -16  | -16 | -14 | -14 | -18 | -20 | -16 | -12 |
| 富山化学工業    | -28 | -14           | -20 | -14 | -12 | -14 | -10 | -16 | -14 | -20 | -18 | -16 | 0   | 0   | -22  | -18 | -16  | -8  | -16 | -22 | -14 | -24  | -12 | -14 | -14 | -18 | -12 | -8  | -12 |
| 中外製薬      | -28 | -14           | -20 | -14 | -12 | -14 | -10 | -16 | -14 | -20 | -18 | -16 | 0   | 0   | -22  | -18 | -16  | -8  | -16 | -22 | -14 | -24  | -12 | -14 | -14 | -18 | -12 | -8  | -12 |
| 科研製薬      | -6  | -16           | -10 | -12 | -18 | -16 | -24 | -18 | -16 | -10 | -20 | -18 | -22 | 0   | -4   | -22 | -22  | -6  | -8  | -16 | -6  | -22  | -20 | -20 | -6  | -22 | -26 | -14 | -8  |
| エーザイ      | -10 | -16           | -6  | -8  | -22 | -20 | -24 | -22 | -16 | -6  | -24 | -14 | -18 | -18 | -4   | 0   | -26  | -22 | -2  | -12 | -16 | -6   | -22 | -20 | -20 | -6  | -22 | -22 | -10 |
| 森下仁丹      | -16 | -14           | -24 | -30 | -12 | -14 | -14 | -16 | -14 | -24 | -6  | -20 | -16 | -16 | -22  | -26 | 0    | -16 | -24 | -22 | -10 | -24  | -4  | -10 | -10 | -30 | -12 | -16 | -28 |
| ロート製薬     | -28 | -18           | -24 | -18 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -16 | -22 | -12 | -8  | -8   | -22 | -22  | -16 | 0   | -20 | -18 | -22  | -20 | -16 | -18 | -14 | -20 | -12 | -12 |
| 久光製薬      | -12 | -14           | -8  | -10 | -20 | -18 | -22 | -20 | -14 | -4  | -22 | -12 | -16 | -16 | -6   | -2  | -24  | -20 | 0   | -14 | -14 | -8   | -20 | -18 | -18 | -10 | -20 | -20 | -8  |
| 持田製薬      | -10 | -20           | -18 | -12 | -14 | -8  | -24 | -18 | -24 | -22 | -22 | -8  | -12 | -22 | -18  | -14 | 0    | -20 | -14 | -22 | -24 | -8   | -18 | -22 | -14 | -8  | -18 | -22 | -14 |
| 大正製薬      | -14 | -4            | -14 | -20 | -10 | -12 | -16 | -14 | -12 | -18 | -8  | -14 | -14 | -14 | -16  | -16 | -10  | -22 | -14 | -20 | 0   | -18  | -6  | -12 | -12 | -24 | -6  | -10 | -18 |
| 参天製薬      | -8  | -18           | -4  | -10 | -24 | -22 | -18 | -16 | -10 | -8  | -22 | -16 | -24 | -24 | -6   | -6  | -24  | -20 | -8  | -14 | -18 | 0    | -24 | -26 | -26 | -6  | -24 | -20 | -12 |
| エスエス製薬    | -20 | -10           | -20 | -26 | -16 | -14 | -18 | -20 | -14 | -20 | -10 | -16 | -12 | -12 | -22  | -22 | -4   | -16 | -20 | -22 | -6  | -24  | 0   | -10 | -10 | -30 | -12 | -12 | -24 |
| 扶桑薬品工業    | -18 | -12           | -26 | -14 | -16 | -20 | -18 | -16 | -22 | -8  | -14 | -14 | -14 | -14 | -20  | -20 | -10  | -18 | -18 | -24 | -12 | -26  | -10 | 0   | -28 | -14 | -18 | -22 | -20 |
| 日本ケミファ    | -18 | -12           | -26 | -14 | -16 | -20 | -18 | -16 | -22 | -8  | -14 | -14 | -14 | -14 | -20  | -20 | -10  | -18 | -18 | -24 | -12 | -26  | -10 | 0   | -28 | -14 | -18 | -22 | -20 |
| ツムラ       | -14 | -20           | -10 | -4  | -18 | -16 | -16 | -14 | -16 | -10 | -28 | -18 | -18 | -18 | -8   | -30 | -14  | -10 | -8  | -24 | -6  | -30  | -28 | -28 | 0   | -22 | -18 | -6  | -16 |
| キッセイ薬品工業  | -16 | -10           | -20 | -18 | -4  | -10 | -10 | -10 | -12 | -12 | -22 | -12 | -12 | -12 | -22  | -22 | -12  | -20 | -18 | -6  | -24 | -12  | -14 | -14 | -22 | 0   | -8  | -16 | -14 |
| 栄研化学      | -24 | -10           | -16 | -14 | -12 | -14 | -10 | -12 | -14 | -20 | -14 | -16 | -8  | -8  | -26  | -22 | -16  | -12 | -20 | -20 | -12 | -20  | -18 | -18 | -18 | -8  | 0   | -12 | -18 |
| 沢井製薬      | -20 | -14           | -12 | -6  | -16 | -14 | -14 | -12 | -14 | -8  | -26 | -12 | -12 | -12 | -14  | -10 | -28  | -12 | -8  | -14 | -18 | -12  | -24 | -22 | -6  | -16 | -12 | 0   | -18 |
| ゼリア新薬工業   | -6  | -12           | -6  | -12 | -18 | -20 | -24 | -22 | -20 | -14 | -16 | -22 | -22 | -22 | -8   | -8  | -18  | -30 | -10 | -12 | -8  | -10  | -14 | -20 | -20 | -16 | -14 | -18 | -18 |

次に数量化Ⅳ類によりサンプルの位置づけを行う。やや累積寄与率が低いですが、まず2次元までで数量化を行うと、以下の図表5.8のようになる。



図表5.8 数量化Ⅳ類固有値と寄与率

2次元では、ロート製薬が1つはなれ、エスエス、日本ケミファ、森下仁丹、帝國臓器、扶桑薬品のグループ、武田、参天、持田、科研、エーザイのグループ、山之内、ツムラのグループ、その他塩野義、中外、栄研化学、田辺、第一製薬、三菱ウェルファーマ、日本新薬のグループと分かれる。

## 6 回帰分析の適用

月次データにより、協和発酵企業の株価が日経平均株価指数、為替レート、コールレートによって説明されるか(の線形回帰でかけるか)を考える。ここで、協和発酵、日経平均の株価の月次データは、Yahoo! ファイナンスー時系列データからダウンロードした。また、為替レート、コールレート(銀行間の短期貸し付け金利)を日本銀行のホームページ(<http://www.boj.or.jp/>)からダウンロードしたデータを用いる。

このとき、次の(重)回帰モデルを考える。

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + u_t \quad t = 1, \dots, 60$$

ここに誤差項  $u_t$  については通常、不偏性、等分散性、独立性、正規性が仮定される。そして、1998年3月から2003年2月までの60ヶ月の株価を外的基準(目的変数)とする。

表6.1 重回帰分析結果の結果

| 変数名      | 偏回帰係数     | 標準偏回帰係数 | F 値    | T 値      | P 値    | 標準偏差     | 偏相関     | 単相関     |
|----------|-----------|---------|--------|----------|--------|----------|---------|---------|
| 日経平均株価指数 | 0.02744   | 0.4915  | 17.582 | 4.193**  | 0.0001 | 0.006544 | 0.4888  | 0.5618  |
| 為替レート    | -4.9574   | -0.2765 | 4.8136 | 2.194*   | 0.0324 | 2.2595   | -0.2813 | -0.5766 |
| コールレート   | -235.3916 | -0.2295 | 3.8642 | 1.9658   | 0.0543 | 119.7463 | -0.2541 | -0.2459 |
| 定数項      | 962.353   |         | 8.8743 | 2.9790** | 0.0043 | 323.0485 |         |         |

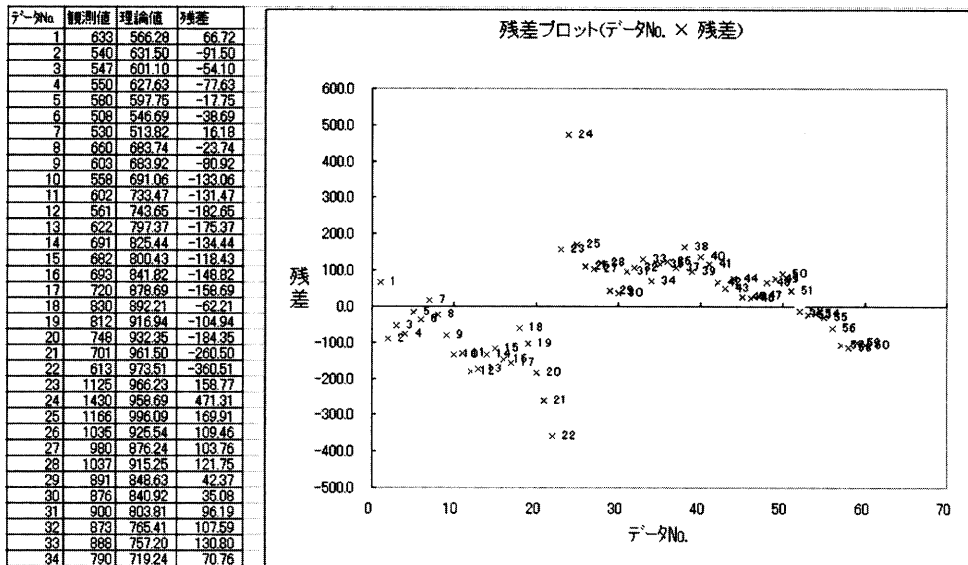
また、次の分散分析の結果(表6.2 分散分析表)が得られる。

表6.2 分散分析表

| 要 因  | 偏差平方和      | 自由 度 | 平均平方     | F 値      |
|------|------------|------|----------|----------|
| 回帰変動 | 980509.201 | 3    | 326836.4 | 18.079** |
| 残差変動 | 1012363.38 | 56   | 18077.92 |          |
| 全変動  | 1992872.58 | 59   |          |          |

なお, \*\*:1% 有意 \*:5% 有意 である。

決定係数が49.2% で自由度修正済寄与率が46.5%であり高いといえないが、株価に関しては重相関係数では0.701でかなり高い。誤差に関してはダービン・ワトソン比が0.578より正の自己相関があると判定される。つまり、独立性が満足されていない( $DW = 0.578 < d_L = 1.48$ ,  $d_U = 1.69$ )。なお、AIC=764.28である。また、図表6.1の左側の数値データが一部となっているが、図表6.1の右側の残差プロットから No.24つまり2001年2月のデータが他と随分と違った状況であったことがわかる。



図表6.1 重回帰分析結果

そこでこれを改善する方法として通常次の2つ、コ克蘭・オーカット法またはラグ変数を取り入れることによる方法が考えられている。

(1) コ克蘭・オーカット法

$$y_t - \rho y_{t-1} = (1 - \rho)\beta_0 + \beta_1(x_{t1} - \rho x_{t-11}) + \beta_2(x_{t2} - \rho x_{t-12}) + \beta_3(x_{t3} - \rho x_{t-13}) + u_t - \rho u_{t-1}$$

より  $y_t^* = y_t - \rho y_{t-1}$ ,  $\beta_0^* = (1 - \rho)\beta_0$ ,  $x_{tj}^* = x_{tj} - \rho x_{t-1j}$  ( $j = 1, 2, 3$ ),  $\varepsilon_t = u_t - \rho u_{t-1}$  とおけば

$$y_t^* = \beta_0^* + \beta_1 x_{t1}^* + \beta_2 x_{t2}^* + \beta_3 x_{t3}^* + \varepsilon_t$$

$$\hat{\rho} = 0.799,$$

表6.3 分散分析表

| 要因   | 偏差平方和      | 自由度 | 平均平方      | F 値     |
|------|------------|-----|-----------|---------|
| 回帰変動 | 104981.38  | 3   | 34993.793 | 4.179** |
| 残差変動 | 460527.11  | 55  | 8373.22   |         |
| 全変動  | 1984061.22 | 58  |           |         |

なお, \*\*:1% 有意 \* :5% 有意 である。

重相関係数0.431, 寄与率0.186, 自由度修正済寄与率0.141, ダービンワトソン比1.738である。  
 $DW > d_U$  から  $H_0$  は, 棄却されない。つまり相関がある(独立でない)とはいえない。つまり改善されていることがみられる。また正規分布を仮定したもとで赤池の AIC は706.23である。

$$y_t = 232.888 + 0.0402x_{t1} - 0.4232x_{t2} - 16.00x_{t3} + \varepsilon_t$$

(2)  $y$  のラグ変数を取り入れる方法

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \gamma y_{t-1} + u'_t \quad (t = 2, \dots, 60)$$

このとき

最小自乗法によると

$$y_t = 115.05 + 0.01392x_{t1} - 0.5852x_{t2} - 139.43x_{t3} + 0.6888y_{t-1} + u'_t \quad (t = 2, \dots, 60)$$

なる回帰式が推定される。このときのダービンワトソン比は1.672となり、

$d_L \doteq 1.28$ ,  $d_U \doteq 1.56$ だから、 $DW > d_U$ から  $H_0$ は棄却されない。つまり相関がある(独立でない)とはいえない。これも改善されていることがみられる。また正規分布を仮定したもとで赤池のAICは708.36である。

表6.4 分散分析表

| 要 因  | 偏差平方和      | 自 由 度 | 平均平方      | F 値      |
|------|------------|-------|-----------|----------|
| 回帰変動 | 1522509.78 | 4     | 380627.44 | 44.532** |
| 残差変動 | 461551.44  | 54    | 8547.25   |          |
| 全変動  | 1984061.22 | 58    |           |          |

なお, \*\*:1% 有意 \*:5% 有意 である。

どちらの場合についても、更にF値(通常2を基準とすることが多い)、寄与率、AIC等により変数選択により変数を減らすことも考えられる。

## 7 時系列分析の適用

ここでは、時系列データの解析を行う。まず、定常性(平均、分散が時間に関して一定であり、自己共分散が時間の差のみに依存する)ことを仮定して解析されることが多い。そこで、まずデータの定常性について吟味することが必要とされる。

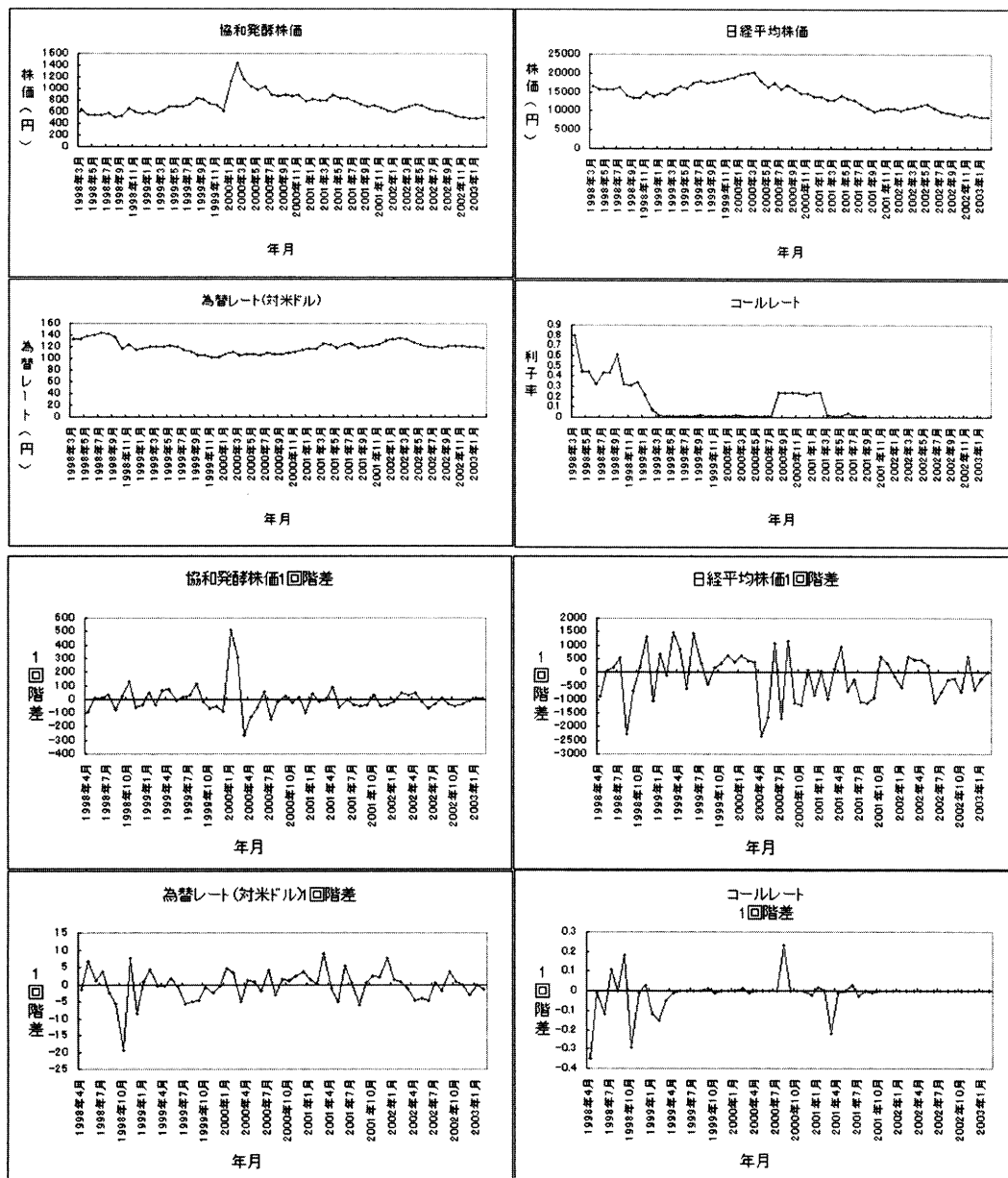


図7.1 時系列プロット



月次データにより，協和発酵企業の株価，日経平均株価，為替レート，コールレートについて時系列のデータプロットを行うと図7.1の上側のようなものであった。そこで，平均が時間とともに変動していて，定常性が成立しないことがわかる。株価収益率，日経平均株価収益率に関してプロットすると定常性が成立していることがみられた。また1回階差をとった時系列プロットを行えば図7.1の下側から，定常性がありそうである。時系列データの解析については，広松・浪花[4]，森棟[5]などを参照されたい。特に，ファイナンスを扱った小暮・照井[1]が，株価を例に取り上げている。縄田[3]ではエクセルを用いた解析がある。またプログラムも付属していて利用できる。

次に自己相関，偏自己相関コレログラムを描くと以下の図7.2ようになる。

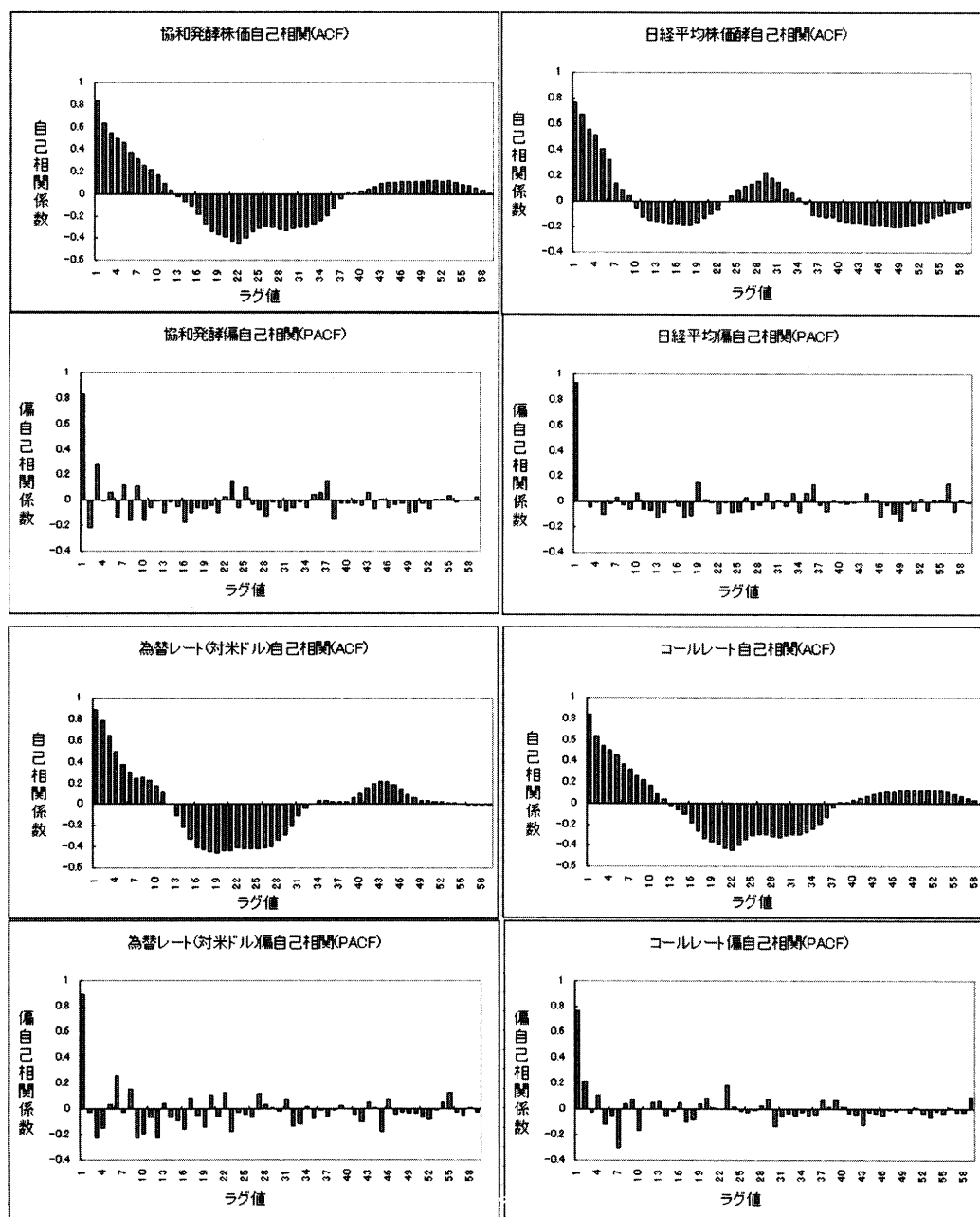


図7.2 自己相関コレログラム

ARIMA(p,d,q)モデルでの判定

この図から1回階差をとって1次か2次の(自己または移動平均)回帰モデルがあてはまりそうで

ある。実際、ボックスジェンキンス法により  $ARIMA(p,d,q)$  から和分の次数、回帰の次数を推定するため、 $ARIMA(p,d,q)$  で AIC を計算することにより最小値を達成するモデルを表7.1のようになんが計算し、その中から太字と下線で示されたもの採用する。

表7.1 AIC (ARIMA モデルの適用)

| $p$ | $d$ | $q$ | 協和発酵          | 日経平均          | 為替レート         | コールレート         |
|-----|-----|-----|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 1   | 0   | 0   | 726.1         | 988.55        | 354.42        | -119.9         |
| 0   | 0   | 1   | 742.99        | 1085.8        | 407.84        | -66.44         |
| 1   | 1   | 0   | 715.07        | <b>970.15</b> | 347.98        | -122.26        |
| 0   | 1   | 1   | 713.48        | 970.16        | 347.98        | -122.12        |
| 1   | 1   | 1   | 709           | 972.14        | ×             | <b>-124.81</b> |
| 2   | 1   | 1   | 709.03        | 973.73        | 351.27        | -123.53        |
| 1   | 1   | 2   | <b>705.95</b> | 973.72        | 350.4         | -123.83        |
| 2   | 1   | 2   | 707.81        | 974.06        | <b>346.67</b> | -121.21        |
| 1   | 2   | 1   | 709.82        | × (959.34)    | 349.03        | -115.58        |

1 回階差をとるとき演算子  $\Delta$  を用いて  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$  のように表すとすれば、表7.1から推定される式は以下のように与えられる。

$$\Delta y_t = 0.0155\Delta y_{t-1} + 0.174e_{t-1} - 0.5185e_{t-2} + e_t$$

$$\Delta x_{t,1} = -0.0171\Delta x_{t-1,1} + e_t$$

$$\Delta x_{t,2} = 0.7342\Delta x_{t-1,2} - 0.6762\Delta x_{t-2,2} - 0.7587e_{t-1} + e_{t-2} + e_t$$

$$\Delta x_{t,3} = -0.9584\Delta x_{t-1,3} + 0.814e_{t-1} + e_t$$

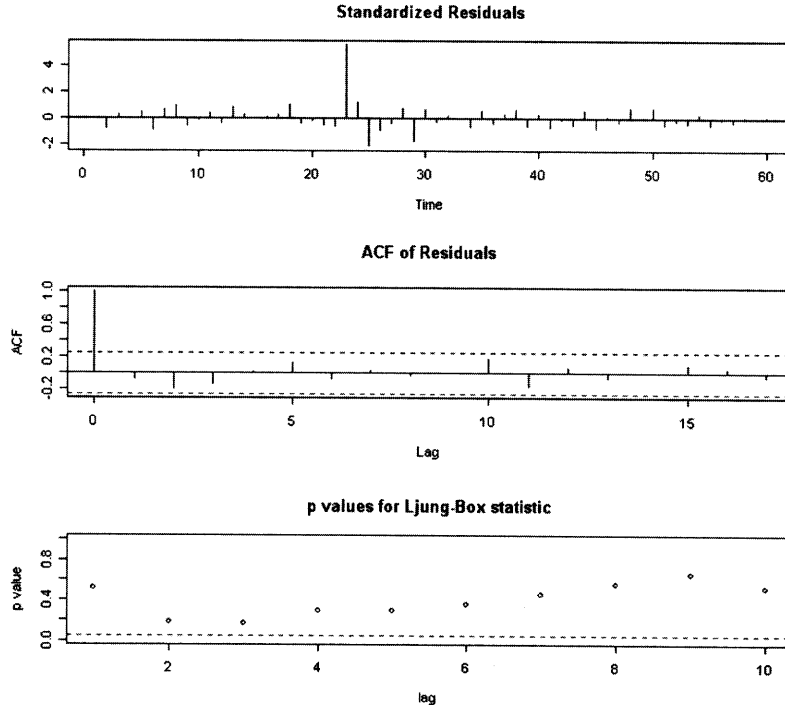


図7.3 残差,自己相関コレログラム,リュンゲボックス検定(協和発酵)

時系列プロットの他，直接計算による以下の方法がある。

階差をとったものが定常かどうかを検定する方法に単位根検定があり，次の検定を行うものである。

$$\begin{cases} H_0: \text{単位根を持つ} \\ H_1: \text{定常性を持つ} \end{cases}$$

そして実際に定常性まで仮定しない PP (フィリップス・ペロン) 検定を適用した結果が表7.2 である。また定常性を仮定する検定法には(拡大)ディキーフラー検定がある。

表7.2 PP 検定(単位根検定)

|        | 協和発酵    | 日経平均   | 為替レート   | コールレート    |
|--------|---------|--------|---------|-----------|
| 検定統計量値 | -1.8778 | -1.548 | -2.0249 | -4.1422** |
| P 値    | 0.6244  | 0.7575 | 0.5647  | 0.01      |

そこでコールレートのみ単位根を持たない(定常である)とはいえない。

なお， $d$  階の階差をとったものが定常であるとき，和分次数  $d$  ( $I(d)$ ) であるという。また，条件付き分散が定常でないモデルとして ARCH, GARCH モデルなども考えられている。個々に応じて検討が必要とされる。また多変量時系列モデルを考える場合には，相互(交差)相関係数等を求め初期の状態を調べる。

また，不均一分散，系列相関，多重共線性などについて検討しそれを如何に処理するか様々な方法が考えられている。

## 8 終りに

全体としてできるだけ多くの手法を用いて解析することで教育上の題材にもなるように書いている。そのため説明がまとまりがなくなった面があるかもしれない。ここでは扱わなかった手法に、判別分析(業種の異なる企業を判別する), 正準相関分析(複数の変数からなる2群の間での相関を調べる), 共分散構造分析(複雑なモデルの構成)などがある。多変量解析における古くからの手法を用いた解析が多く, 最近の共分散構造解析, シミュレーション関係の手法があまり用いられなかった。時系列での共和分検定, 多変量時系列解析等も著者の浅学のためとりいれての解析がなされなかった。今後の課題としたい。またフリーソフトである統計解析用のRについての説明, プログラミングを含めた表計算ソフト・エクセルの利用法について手引き書等の作成とそれらを利用した教育システムの構築も, 北東アジア地域の学生のため必要であると思われる。

## 参考文献

- [1] 小暮厚之・照井伸彦：計量ファイナンス分析の基礎(2001), 朝倉書店
- [2] 津田博史：株式の統計学(1994), 朝倉書店
- [3] 縄田和満：Excel 統計解析ボックスによるデータ解析(2001), 朝倉書店
- [4] 広松毅・浪花貞夫：経済時系列分析(1990), 朝倉書店
- [5] 森棟公夫：計量経済学(1999), 東洋経済新報社
- [6] Maindonald, J and Braun, J. 2003. Data Analysis and Graphics Using R-an Example- based Approach. Cambridge University Press.
- [7] Verzani, J. 2002. simpleR-Using R for Introductory Statistics. (<http://cran.r-project.org/>の Contributed Documentation)